



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Dirección General de Estudios de Posgrado

Facultad de Ciencias Matemáticas

Unidad de Posgrado

**Análisis y simulación de un modelo matemático para el
tratamiento del tumor óseo y su interacción con la
remodelación ósea**

TESIS

Para optar el Grado Académico de Magíster en Matemática
Aplicada con mención en Matemática Computacional

AUTOR

Nilton Alan GARCÍA HILARES

ASESOR

Dra. Roxana LÓPEZ CRUZ

Lima, Perú

2016

Referencia bibliográfica

García, N. (2016). *Análisis y simulación de un modelo matemático para el tratamiento del tumor óseo y su interacción con la remodelación ósea*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ciencias Matemáticas, Unidad de Posgrado]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

1283

XIV
216

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS DE GRADO ACADÉMICO DE MAGÍSTER

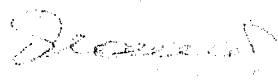
Siendo las 15.30 horas del día lunes 01 de agosto del dos mil dieciséis, en la Sala de Profesores de la Facultad de Ciencias Matemáticas, el Jurado Evaluador de la Tesis, Presidido por el Dr. Oswaldo Napoleón Ramos Chumpitaz e integrado por los siguientes miembros: Dra. Yolanda Silvia Santiago Ayala (Jurado Informante), Mg. Mg. Tomás Alberto Núñez Lay (Jurado Evaluador), Mg. Jorge Icaro Condado Jáuregui (Jurado Evaluador) y la Dra. Roxana López Cruz como Jurado Asesor, se reunieron para la sustentación de la tesis titulada: «ANÁLISIS Y SIMULACIÓN DE UN MODELO MATEMÁTICO PARA EL TRATAMIENTO DEL TUMOR ÓSEO Y SU INTERACCIÓN CON LA REMODELACIÓN ÓSEA» presentada por el Bachiller Nilton Alan García Hilaes, para optar el Grado Académico de Magíster en Matemática Aplicada con Mención en Matemática Computacional.

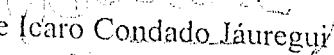
Luego de la exposición del graduando, los Miembros del Jurado hicieron las preguntas correspondientes, así como las observaciones e inquietudes acerca del trabajo de tesis, a las cuales el Bachiller Nilton Alan García Hilaes respondió con acierto y solvencia, demostrando pleno conocimiento del tema.

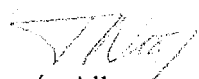
A continuación se realizó la calificación correspondiente, según tabla adjunta, resultando el Bachiller Nilton Alan García Hilaes aprobado con el calificativo de Muy Buena.


Habiendo sido aprobada la sustentación de la Tesis, el Jurado Evaluador recomienda para que el Consejo de Facultad apruebe el otorgamiento del **Grado Académico de Magíster en Matemática Aplicada: Mención en Matemática Computacional** al Bachiller Nilton Alan García Hilaes. Siendo las 16.30 horas, se levantó la sesión, firmando para constancia la presente Acta.


Dra. Yolanda Silvia Santiago Ayala
Miembro


Dr. Oswaldo Napoleón Ramos Chumpitaz
Presidente


Mg. Jorge Icaro Condado Jáuregui
Miembro


Mg. Tomás Alberto Núñez Lay
Miembro


Dra. Roxana López Cruz
Miembro Asesor

Resumen

Análisis y Simulación de un Modelo Matemático para el Tratamiento del Tumor Óseo y su Interacción con la Remodelación Ósea

Nilton Alan García Hilares

AGOSTO - 2016

Asesor : Dra. Roxana López Cruz
Grado Obtenido : Magister en Matemática Aplicada
Mención : Matemática Computacional

Esta investigación explora características biológicas para la elaboración, estudio y simulación de un modelo matemático para el tratamiento del tumor óseo y su interacción con la remodelación ósea.

La remodelación ósea es un proceso de suma importancia, debido a que su malfuncionamiento puede generar lesiones microscópicas que al generalizarse se pueden convertir en fracturas, este proceso es regido por el modelo de Komarova, el cual es un sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias (SEDO), que sólo considera como variables de estado las poblaciones de osteoclastos, osteoblastos y la densidad ósea.

El crecimiento tumoral es regido por la ecuación de Gompertz, la cual fue desacoplada en un SEDO para luego ser introducida al sistema de la remodelación ósea, alterando la dinámica de los osteoclastos y osteoblastos. Posteriormente se introduce el tratamiento del tumor óseo, que también afecta el proceso de remodelación ósea y crecimiento tumoral.

Las hipótesis específicas utilizadas para la alteración del proceso de remodelación ósea, están basadas en características biológicas encontradas en la literatura correspondiente.

Desde una perspectiva cualitativa se estudió las características matemáticas relacionadas a la existencia y unicidad, acotación e invarianza de las soluciones de los diversos modelos planteados a lo largo de esta investigación.

Esta investigación sustenta, mediante simulaciones computacionales, varios hechos biológicos relacionados al tratamiento del tumor óseo y su interacción con la remodelación ósea.

PALABRAS CLAVE : Modelos matemáticos, simulación computacional, remodelación ósea, mieloma multiple, tumor óseo, osteoclastos, osteoblastos, RANKL, OPG.

Abstract

A Mathematical Model to Study and Simulate the Therapy of Bone Tumor and its Interaction with Bone Remodeling

Nilton Alan García Hilares

AGOSTO - 2016

Advisor : Roxana López Cruz, Ph.D.
Obtained Degree : Magister in applied mathematics
Emphasis : Computational Mathematics

This work explores biological characteristics for the development, study and simulation of a mathematical model for the therapy of bone tumor and its interaction with bone remodeling.

Bone remodeling is a very important process because its malfunction can cause microscopic lesions which can become fractures. This process is governed by the Komarova's model, which is a system of ordinary differential equations (SEDO); it only considers as state variables the population of osteoclasts, osteoblasts and bone density.

The tumor growth is ruled by the Gompertz equation, which was uncoupled in a SEDO then it was introduced to the system of bone remodeling, altering the dynamics of osteoclasts and osteoblasts. Subsequently, the therapy of bone tumor is introduced, which also affects the bone remodeling process and tumor growth.

The specific assumptions used for altering the bone remodeling process are based on biological characteristics found in the relevant literature.

From a qualitative perspective, the mathematical characteristics related to the existence and uniqueness, boundedness and invariance of the solutions of the various models proposed throughout this research were studied.

This work supports several biological facts related to the treatment of bone tumor and its interaction with bone remodeling by computer simulations.

KEYWORDS : Mathematical models, computational simulations, bone remodelling, multiple myeloma, bone tumor, osteoclasts, osteoblasts, RANKL, OPG.